团 体 标 准

**《大型风电场对草原植被生长影响遥感评估技术规程》编制说明**

**《****大型风电场对草原植被生长影响遥感评估技术规程》团体标准制定组**

**二〇二五年五月**

**目 次**

[一、任务来源 3](#_Toc197957226)

[二、编制的目的和意义 3](#_Toc197957227)

[三、编制原则和依据 3](#_Toc197957228)

[四、主要工作过程 4](#_Toc197957229)

[1. 成立标准编写工作组 4](#_Toc197957230)

[2. 资料收集分析、技术准备 4](#_Toc197957231)

[3. 标准编写，形成技术规程草案 4](#_Toc197957232)

[4. 标准起草人及分工 5](#_Toc197957233)

[五、主要技术内容确定的论据 5](#_Toc197957234)

[六、采用的国际标准 6](#_Toc197957235)

[七、与现行法律法规和强制性标准的关系 7](#_Toc197957236)

[八、重大分歧意见的处理经过和依据无。 7](#_Toc197957237)

[九、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议 7](#_Toc197957238)

[十、贯彻标准的要求和措施建议 7](#_Toc197957239)

[十一、废止现行有关标准的建议 7](#_Toc197957240)

[十二、其他应予说明的事项 7](#_Toc197957241)

## 一、任务来源

本技术规程由国家气候中心、中国科学院植物研究所、内蒙古气候中心、山东农业大学、中国电力国际发展有限公司、北京林业大学、国网数字科技控股有限公司联合申报。在国家重点研发计划“风光资源开发的生态影响及应对技术研发与应用示范”项目支持下完成。

## 二、编制的目的和意义

2020年9月22日，习近平总书记在第七十五届联合国大会提出中国二氧化碳排放在2030年前达峰和在2060年前实现中和的目标。随后，我国逐步推进“双碳”政策与行动，印发了《2030年前碳达峰行动方案》《“十四五”可再生能源发展规划》等一系列政策文件，鼓励发展可再生能源。2022年1月，习近平总书记在中共中央政治局第三十六次集体学习时进一步强调“要把促进新能源和清洁能源发展放在更加突出的位置”(新华社，2022)。为此，我国设立了风电、太阳能发电总装机容量的阶段性目标(国家发展改革委，2022)。风能、太阳能等可再生能源的开发与利用已成为我国应对气候变化、健全能源安全保障体系和实现“双碳”目标的重要战略选择。2010年以来，我国风电装机容量持续增加，2015年后增速加快，截至2023年我国的风电装机总量达328.4GW。我国风电装机主要分布在我国东北、西北和华北北部地区。

我国北方大部分地区降水相对不足，植被较为稀疏，生态系统脆弱，如何科学有序地促进大规模绿色能源产业发展与生态环境效应的协调发展是现阶段面临的重要问题之一。风电场建设营运都会对周边的植被产生一定的影响，包括建设期工程建设的影响和营运期间对局地气候改变导致对植被生产的间接影响。而“我国北方地区大型风电场营运对植被生长影响遥感评估技术导则”这一团体标准的提出可为解决上述问题提供必要的技术支撑。本导则为科学评价我国北方大型风电场植被生长影响的评估给出统一的评价方法和评估内容，规范了大型风电场对植被生长影响的评价工作，评估方法可直接服务于大型风电站工程项目的生态效应评估和生态友好型风电场站营运管理，对清洁能源开发利用和环境保护协调发展具有重要实践意义。

## 三、编制原则和依据

（1）科学性

标准编制首先需要遵循科学性原则。编写组搜集了整理了国内外风电场对局地植被及生态系统影响的研究论文，并且在我国西北地区多个风电场开展实地调研，在此基础上梳理形成草原区大型陆上风电场对局地植被生长影响研究所需的相关数据、数据获取及处理方法、对植被生长影响的分析方法以及主要评估结论等。在编制过程中，我们严格遵循国家相关法律法规和行业标准，确保标准的合法性和权威性。同时，充分考虑我国北方地区自然环境、气候条件以及植被生长特性，力求使标准更加贴近实际，便于推广和应用。本导则可对风电企业、气象服务部门以及其他相关单位开展风电场对植被生长影响相关的科研、业务和服务提供规范性的参考和指导。

（2）适用性

本导则旨在指导北方草原区大型风电场对植被生长影响评估工作的开展以及风电场对植被生长影响评估报告的编制，规范相关行业及企业在开展风电场对植被生长影响评估中对所涉及的植被遥感数据和气象观测数据的应用、评估区域的划分方法、植被影响评估方法以及评估结论的得出均提出了标准规范，对与开展风电场生态效应评估研究和风电场生态影响评估业务服务等工作具有较强的实际指导意义。

（3）可操作性

本标准涉及的数据、方法都具有可操作性。其中植被遥感数据可以从多个网站获取，遥感数据的处理及相关计算方法成熟；气象数据可以从风电场气象监测站或者国家气象数据共享网获取；植被生长影响分析所采用的变化趋势及变化程度评估的计算方法科学易行，便于相关科研和业务服务人员应用。

## 四、主要工作过程

**1. 成立标准编写工作组**

国家重点研发计划“风光资源开发的生态影响及应对技术研发与应用示范”项目启动后，课题组开展了北方地区大型陆上风电场对植被生长影响调研分析和实地调查等工作；国家气候中心提出编制《北方地区大型陆上风电场对草原植被生长影响遥感评估技术规程》的意向。2024年6月，国家气候中心牵头，以课题成员为核心，成立了标准编写工作小组。工作组首先广泛学习并汲取了其他相关标准的编写经验，认真学习了GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》，并邀请相关标准制定和编写专家介绍标准起草和制定的要求和注意事项，同时制定了标准编制的工作计划、编写大纲，明确任务分工和各阶段时间节点。

1. **资料收集分析、技术准备**

编写组深入分析、梳理提炼并总结讨论了我国北方地区清洁能源开发利用对植被影响，特别是风电场开发建设对植被、气候、生态环境影响等相关研究成果、学术论文、标准和相关政策，全面掌握了风电场开发建设对植被影响评估的主要方法、数据和技术要点等；随后，编写组结合北方地区植被实际状况，对数据和技术方法进行了细致的分析和整理，并对制定标准所涉及的内容、范围、适用性和科学性进行了深入研讨。

1. **标准编写，形成技术规程草案**

2024年9月，编写组内部组织了系列研讨，将初稿中设定的部分内容进行了优化，细化了适用范围、评估时空范围、技术流程、资料收集与处理，规范了初稿排版格式。2024年10月，编写组织邀请相关专家对标准的初稿提出修改意见；编写组结合专家意见修改完善，于2025年3月，形成了《北方地区大型陆上风电场对草原植被生长影响遥感评估技术规程》征求意见稿；2025年5月完成《编制说明》。由北京华夏草业产业技术创新战略联盟组织国内相关专家对《北方地区大型陆上风电场对草原植被生长影响遥感评估技术规程》征求意见稿及编制说明进行会议评审。

1. **标准起草人及分工**

本标准起草人：於琍、路鹏、常蕊、王阳、杨司琪、张承明、杨秀春、田秋英、耿学文、刘亮、胡明。

本标准起草过程中，於琍整体负责，构思了标准的整体框架，撰写了标准初稿和编写说明；路鹏参与调研和数据收集整理工作，负责征集反馈意见；常蕊、王阳、杨司琪参与调研和初稿编写；张承明、杨秀春、田秋英负责评估技术部分内容的撰写，耿学文、刘亮、胡明参与调研、数据收集以及编写讨论。

## 五、主要技术内容确定的论据

本标准编写的关键技术、数据需求和评估方法主要来自国家气候中心团队研究结果和参考他人研究结果总结得出。

我国北方草原区总面积超过3亿公顷，主要分布在我国北方和西部地区，植被以草本、灌木及半灌木为主。草原生态系统是我国北方重要的生态系统类型，也是我国陆上风能资源最丰富的地区，风电产业发展迅速，对我国清洁能源供给和能源结构改善具有重要意义。然而，北方地区草地植被覆盖率低，人类活动干扰严重，生态系统脆弱度高，需要有科学规范的评估方法开展风电场建设及运营对局地植被生长的影响，进而为风电场及其周边植被恢复和生态保护提供参考。

风电工程扰动对区域植被的影响，不仅在于建设期对局地群落植被的影响，更重要的是在运行期间，是一个复杂而多变的过程，涉及多个时间和空间尺度。风电场建设会不可避免地破坏地面原有的生态系统。施工过程中的挖土、道路建设、平整土地以及电缆工程建设必然会对区域内的植被造成直接的破坏性的影响。其次，施工过程中，一些机械设备对地表植被的碾压会破坏植物的生长环境。但随着生态修复和植物恢复工程的开展，植被可能会逐渐恢复。

风电场的运营也可能对植被产生长期影响。目前的研究表明，风机转动产生的湍流加强了近地面的大气垂直混合，对局地的温度、降水、蒸散发、风速风向等多个气象要素产生影响，改变了局地气候，进而影响到风电场及周边一定范围内植被的生长，而且这种影响是长期和持续性的，具体的影响程度和影响范围需要针对性的进行评估确定，是一个涉及多个学科的复杂问题。目前，已有多种方法和技术被用于风电场影响范围的确定，包括几何分析法、数值模拟法、生态学调查法和生态影响评估模型法等。通过遥感技术对风电场局地的植被生长情况进行评估能够更加直观地对风电场进行综合环境评价，实现对风电场影响范围的快速、准确评估，分析风电场对生态环境的影响程度，更好地平衡风电场与生态环境的关系，为风电场的规划、建设和环境管理提供重要的参考依据。

为了监测和评估风电场的影响，广泛采用风场范围内生态环境要素与其周围控制区域（缓冲区）之间的差异比较进行（Zhou et al. 2012, Slawsky et al. 2015, Tang et al. 2017）。一般要求风场区域基于1km\*1km的像素提取，以确保每个像素至少包含一个风力涡轮机。缓冲区设定为1km\*1km像素，通常位于风场外5到9公里处，以避免因风力涡轮机的扰动影响。风机尾流效应产生的湍流在下风方向上扩散数公里，因此缓冲区应位于尾流范围之外，但不应离风场过远，以确保气候背景相同。李国庆，张春华等在研究中对内蒙古灰腾梁风电场及该电厂50 km缓冲区内的植被生长情况进行了分析，发现风电场运行对植被的生长产生了明显的影响，但影响范围和强度是不均匀的。风电场运行对风电场区域内/外植被的影响机制是不同的，风电场区域内不利于植被的生长，而上/下风区域却有利于植被的生长。上/下风区退化趋势大体一致，尤其在15 km～20 km缓冲区内，上风区的退化比例高于下风区，但是在20 km～30 km范围，下风区退化比例却明显高于上风区，表明在20 km～30 km缓冲区内，风电场的运行会加快下风区域内植被的退化。相对于旁风区，下风区植被在0 km～20 km是退化减缓的，在20 km～30 km缓冲区内是退化加快的。有研究将风电扰动区划分为直接扰动区和间接扰动区，通过遥感解译的植被净初级生产力（NPP）以及植物群落物种多样性对植被生长和恢复情况进行评价，研究风电场对局地植被生长情况进行评估。在百兆瓦风电场单元中，虽然直接扰动区所占比例不大(不到4%)，但对植被影响程度高，自然植被被完全破坏；而且直接扰动区呈点状且分散式分布，影响面积虽小但涉及范围较广，加剧了植被恢复的难度。有学者在GEE平台上使用MODIS的日MOD09GQ数据计算植被指数日数据，并将其作为研究物候变化的基础数据源，通过比较风电场建成后较未建前不同区域的草地物候变化与对照区的差异，分析风电场对不同类型草地植被物候的影响，通过比较相关性和风机在空间分布上的关系得到风机影响物候变化的原因。

陆上风电场对植被生长的影响已经受到关注，并且大规模风电场在不同阶段对植被生长的影响已经在多个实证研究中得到证实，但由于陆上风电场的范围、海拔、气候等环境以及下垫面植被、土壤等生态因素差异较大，风电场对植被影响的评估方法不一致、数据不规范、评估内容不统一。从评估技术方法上，主要可分为基于野外实测调查评估和基于遥感数据的分析评估，两类方法的适用性不同。野外实测主要是在风电场的不同扰动区设置样地，在生长季进行物种组成、生长状况、生物量等数据的观测，通过实验数据分析风电场（风机）对植物区系、生产力、覆盖度、物种多样性等方面的影响（马松尧等，2019；李智兰，2015）。基于实测的影响评估适用于风机尺度或小型的风电场对植被生长影响评估，并且评估的时段一般较短。总体而言，卫星遥感是最便捷的植被动态监测手段，可以突破自然和人为条件限制，高效、低成本的进行大面积的动态监测和评估。目前多数陆上大型风电场对植被生长影响评估都是基于遥感数据开展的，遥感数据不论是从空间分辨率还是时间尺度上都能提供较好的支撑。此外，遥感数据的处理和分析方法也易于掌握，针对植被生长变化也形成常规的评估方法（李国庆等，2016；李明磊等，2017；Tang et al.,2017）。

## 六、采用的国际标准

相关领域无国际标准和国外标准。

## 七、与现行法律法规和强制性标准的关系

遵照我国相关法律、法规、规章和技术标准，与现行法律法规和强制性标准没有冲突。

## 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 九、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议将本标准作为推荐性标准发布实施，并加强标准的宣贯。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议

组织学习相关领域的国家标准和行业标准，加大对本标准的宣传及贯彻力度，提高企业及相关研究机构对风电场植被影响和修复的认识和重视程度。同时，建立技术咨询和指导服务机制，为风电企业、地方政府等提供及时、有效的技术支持，推进行业的进一步发展。

## 十一、废止现行有关标准的建议

无。

## 十二、其他应予说明的事项

无。